

$$\bar{Q} = \frac{2\pi \cdot l \cdot \Delta P \cdot K \cdot 0.434}{760 \cdot u \cdot (\lg R - \lg r)} \dots\dots\dots (2)$$

2π × 0.434 則為常數 2.73

代入(2)式, 即可得:

$$K = \frac{760 \cdot u \cdot (\lg R - \lg r) \bar{Q}}{2.73 \cdot l \cdot \Delta P} 1000 \text{ (md)} \dots\dots (3)$$

760……為在標準氣壓狀況下的 \bar{Q} 值, 於是 \bar{Q} 也得換算, 則可根據如下式子換算。

換算成實驗室溫度與氣壓下之平均流量(cm³/sec)。

$$\bar{Q}' = \frac{2QP\delta}{P_1 + P_2 + 2P\delta} \quad P\delta \dots\dots \text{為當地大氣}$$

壓再換算成標準條件下平均流量值(cm³/sec)。

$$\bar{Q} = \frac{\bar{Q}' \cdot P\delta \cdot 293}{760 \cdot (273 + t)}$$

代入(3)式即可。

四、實驗手續及數據對比

(一) 實驗手續:

1. 岩心的準備: 如眾所知岩心處理不妥會減小或增大其滲透性, 而大大影響質量。我們作了如下幾點試驗:

① 岩樣表層有著泥漿沾污, 必須處理, 否則影響質量, 處理辦法岩樣在(105℃—107℃)烘干後, 用細鋼刷洗刷淨。

② 岩樣兩端截面必須磨平, 否則造成漏氣而影響質量。

③ 在岩樣軸心鉗小孔時, 岩石較松可用手工鉗, 岩石較硬可用電鉗床鉗孔, 孔直徑大小可任意。

2. 岩心處理好後, 放在烘箱內烘干, 溫度107℃以下, 烘到岩樣重量不變為止, 一般時間為2—4小時。

3. 將已烘過及冷卻後之岩樣, 先量其岩樣直徑

(R, r)及岩樣長度, 後裝入至岩心夾內。(裝樣時必須注意: 用力平均, 岩樣與基座小孔對準。)

4. 岩樣裝好後, 使岩心夾基座與岩心夾儀器兩者緊密封閉, 以不漏氣為原則。

5. 打開氣源, 調整壓力, 隨後利用原TK-5型以上之岩心夾嘑嘑調節讀數, 取其平均值。

(二) 實驗數據對比:

| 編 號 | 我室徑向測定數 | 外檢徑向測定數 | 備 注 |
|-----|---------|---------|-----|
| 試 1 | 3.81 | 7.37 | |
| 試 2 | 54.46 | 52.32 | |

根據氣測滲透率與徑向滲透率數據之對比及外檢數據之對比成果, 可以証實, 徑向滲透率儀器的適用性及數據之可靠性:

1. 從氣測與徑向氣測數據看, 在氣測儀(TK-5型)無法求得之數據(微者), 在徑向氣測滲透儀上能測得最小數據, 這應該說是它優點之一, 更重要的, 可能它更接近地層情況, 或者說減少了人為磨制堵塞現象。

2. 從外檢數據看, 兩者數據相差甚近, 可以說, 這數據之測得是可靠的。外檢是由成都地院負責的。

五、存在的問題

(一) 岩樣太致密或太松散, 在徑向滲透儀上同氣測(TK-5型)一樣, 測定有困難(太松散易壓碎、太致密岩樣難鉗岩樣中心小孔)。

(二) 由於估計用壓力之故“岩心夾”笨重, 大批生產不方便;

(三) 目前還尚無法使該儀器能液體, 氣體兩用等等。

沉積岩礦物學方法工作的方向

A. Г. 柯索夫斯卡婭 B. Д. 舒托夫 M. Я. 卡茨

近年來的特點是在與研究物質相聯的各種自然科學中不斷地滲入精密特殊的物理研究方法。

在本文中將簡要地闡明為解決沉積岩礦物學任務的一系列新方法使用的可能性和擬定方法研究中應該發展的若干共同問題及方向。

當然, 將各種物理方法應用於沉積岩研究, 象方法工作的一般方向一樣, 應該服從於那些在該科學領

域內最迫切的問題。因此, 在沉積岩礦物學面前有那些問題和那些方法任務要提到首位的呢?

沉積岩礦物學主要任務是查明在沉積岩形成和變化不同階段的成礦過程的規律, 這些不同階段是從沉積(沉積成因)和成岩作用開始到深度后生和沉積岩過渡為組成地殼更深帶的變質岩為止。

對沉積岩成份在第一階段, 即在沉積成因階段的

形成历史研究首先要求查明这样的問題，該沉积形成物是靠那些原生岩的破坏而堆积的，即碎屑物質的来源是什么。在沉积岩矿物学中这一方向的奠基者是B. П. 巴图林，它已被广泛运用于古地理再造中，而它在现时还須大大补充。首先必須将早先实行的只是副矿物（一般組成岩石的百分之0.1或0.01）的研究用碎屑，造岩和副組份的綜合研究来代替。在这情况下沒有必要对所有矿物都进行同样詳細的研究。重要的是选择最有代表的碎屑矿物，这些矿物的标型研究可使它們成为能确定被研究的沉积形成物和所假定的侵蝕区母岩間有直接联系的独特的“矿物—指示剂”。

在油浸研究情况下标型矿物分离的原则是众所皆知的（圓度，包裹体，顏色等等），但是矿物其它物理和化学特征的研究所給出对“矿物—指示剂”特征更为簡單，精确和可靠的数据。

这些常数可以是：矿物的比重，电性和磁性，在矿物中一定化学元素的比例关系等等。

研究沉积成矿的沉积后的过程的主要任务是岩石矿物成份变化的研究和查明由沉积岩过渡为变质岩情况下自生成矿过程的規律。这一問題是通过地台和地槽区域的大量陆源层剖面的研究和查明根据陆源岩石下沉到地壳更深带的它們的原生物質的結構——矿物的轉变来解决的。正象已經确定的，这些轉变具有逐渐过渡的特点并在剖面中一定带上反映出来，对每一个带的特征是它們的岩石矿物成份和結構类型的特点（A. Г. 柯索夫斯卡娅，B. Д. 舒托夫，1955~1962；M. B. 罗格維涅书，1956~1962；A. B. 柯彼力奧維奇，1958~1962等等）陆源岩石轉变最明鮮的方向性特点是表现在新形成的自生矿物的出現和对温度及压力特別敏感的粘土矿物的改造。

因此，在研究沉积岩存在与变化历史的順序阶段时，即后生和开始变质作用阶段，重心应从碎屑矿物移到自生矿物。

在研究自生矿物时重要的不仅是确定它們出現和查明与其它自生和碎屑組份的相互关系，这些一般是在光学研究中进行的。新的任务在于在沉积岩形成和变化单个阶段中产生的自生矿物特征的研究。这一任务的主要方面是查明它們在与高温和高压条件下产生的矿物的同一变种相比較的特点。

現在已經积累了表示新形成的低温矿物和它們高温变种在特征方面比較有一定区别的資料。对自生和高温的长石，沸石在光性（光折射率， $2N$ 角，光率体的定向）和比重方面的区别，对一系列沉积和热液矿床的硫化物在电性，显微硬度和反射能力方面的不同是众所皆知的。这些区别在原则上应该存在于在热

力参数变化更狭范围内，特别是在成岩作用，后生和开始变质作用带产生的矿物中。

由上所述可知，沉积岩矿物学基本任务的解决，要求既对碎屑，又对自生矿物的物理性质的詳細研究。对这一点的必要前提是主要涉及到既有岩石研究准备阶段（它們的粉碎和以后属于研究的矿物的分离），又有被分出的单矿物形成物独特的新的物理方法的研究和运用。所指出的这两个方向主要要借用其他科学領域——物理和化学及与作为沉积岩研究的自然对象特点相适应的方法和仪器的应用。

致密胶結岩石的粉碎

是矿物詳細研究准备的第一阶段。粉碎的目的是为了以后个别矿物提取而将岩石按照它們的自然接触面分裂成它的組成的組份。

现在粉碎最有效的方法是超声波。必須指出，超声波粉碎法不仅能应用于矿物的提取，而且还能应用于有机物的残余——孢子、花粉和微体化石等等。这对地层研究有很大意义。

超声波对矿物結核（Сростки）的作用主要是由于在超声波場中由空隙現象（Кавитация）所决定的击波。在这种情况下結核的破坏可按两种方式发生：或者是依靠在矿物顆粒接触表面上的空隙击动的裂开作用，使岩石分裂为起始的結構組份；或者依靠由于一种比其他稳定的矿物具較少的空隙坚固性的矿物空隙的侵蝕和轉移为悬浮体的磨損。

已确定一系列具有依序增大空隙坚固性的矿物，它可以作为处理分散和粉碎过程独特的钥匙（M. Я. 卡茨，B. Д. 舒托夫，苏联科学院地質研究所）知道对每一矿物的空隙坚固性或空隙侵蝕的速度（单位是毫克/分），可以算出，在該实验条件下一个矿物是如何快地破坏和在怎样程度将保持另一更为坚固的与第一矿物在一个結核中的矿物。这些常数能預先估計出，用选择破坏“薄弱”組份法进行岩石粉碎的必要的时间。

从岩石組成的組份中消除一种組份的原则同样是适用于另一种用电渗折破坏含碳酸盐岩石的方法。（B. И. 穆拉維也夫，苏联科学院地質研究所）如果由含碳酸盐岩石中要求分离一些經不起酸处理的矿物（磷酸盐，沸石，綠泥石等等），这方法的采用是适宜的。

但是，应该指出，岩石类型及矿物結核的类型是如此多样，以致在用超声波和电渗折进行粉碎的領域內所做的工作絕不能認为万能的方法；这仅是第一步。每一种岩石类型实质上是表示一个專門方法任务。在

这一方向内进一步工作应该是既沿着提到方法不断改进,又沿着粉碎新方法的研究。在这些中有: П 尤金水压冲击法,与超声波联用的温度振荡法等等。

分 离 法

众所皆知,矿物的分离法的基础是它们的各种物理常数的不同(磁的灵敏度,比重,介电的渗透率和导电性等等)。在选择分离法时首先以其简便和在要求分离的矿物中所利用的常数值的不同为显著不同为原则。

大家知道,最广泛使用的分离法是在重液(按比重),磁分离器(按磁的灵敏度),静电分离器(按介电的渗透率)和圆柱状分离器(按导电性)中的分离。

在改进最广泛使用的重液分离法前面有那些方法任务呢?

如果要分离的矿物的比重相差很大(在十分之几或更大一些范围内)情况下,则任务很简单,因此不需要讨论。在当需要分离的组份其比重差在小数点后二位范围内(这在实际中经常能遇到),那么任务就复杂了,用一般采用的方法来解决它就困难了。大家知道,按矿物比重精确度达百分之几的参考材料现在还没有,甚至它也不可能,因为在矿物中单个元素的类质同象的替代,包裹体的存在等等可以改变矿物比重不仅达百分之几,甚至达十分之几。所以为了分离必须用实验方法对这些被分离的具体矿物测定它们中每一个比重的平均值和环绕这些平均值的单个颗粒比重的分散。这样在被分离矿物比重的极值间所确定的“间隔”能给出选择液体这样比重的可能,在这比重下这些矿物的分离将是最有效的。

看来,所提出的任务——在每一矿物大量颗粒中测定精确度达小数点后第三位的比重是非常艰巨的和实际上是未完成的任务。但是利用万能仪——梯度管(М. Я. 卡茨,苏联科学院地质研究所),它的解决是简单的。仪器的原理很简单。在由紫铜所制成的热绝缘管中放入有已确定比重的重液的玻璃管。利用超恒温器在铜管上部保持一定较高温度,下面~较低的。可以根据实验的要求在任意范围内改变温度的区间,沿着铜管和玻璃管能建立不变的温度梯度,这就决定了沿管子液体比重不变的梯度,因为液体比重的变化与温度变化成比例。这就能在连续的谱中进行矿物比重的测定。值得着重指出,在利用这一仪器时就可能进行大量精确矿物比重测定和查明对分离矿物混合物是必需的,而比重接近的液体比重最适宜的值。所进行的一系列重液比重和温度及轻组份浓度关系的研究能作出图表,利用它很容易配成对测定矿物比重精确度达第三位或为分离矿物精确度必需达小数点后

第二位的液体。

磁分离器同样是分离矿物广泛传播的方法,它同样要求相当大的改进。在矿物实验室中最常使用的具极套的电磁分离器的“平面~楔”或“圆锥体~圆锥体”(БИД-4)是不太有效的。这是因集中大量决定矿物分离过程的磁力的磁场体积与应该分离的样品一般体积相比太小。当在这些仪器中缺乏自动分离装置和工作规则正确的控制时,则单矿的样品的获得很难。

所述的缺点促使对具这样极套形状的磁分离器的研究,这种极套要能保证在它们间建立足够大的具固定磁场的体积。众所周知,在国外对磁分离都广泛使用福朗茨的等磁力的电磁分离器。它们的设计和磁场特征在文献中没有叙述。在苏联科学院地质研究所自生矿物实验室在1960年已经制成第一台国产等磁力分离器模型。分离器的试验表明不仅在分离松散部分,而且在悬浮体中粘土矿物时都有良好结果。值得指出,粘土矿物在等磁力分离器上的分离法的研究还是第一次。

在当要分离的矿物的比重和磁灵敏度很接近或超过时,则基于矿物电性的分离器具有首要意义:导电率或介电的渗透率。

与此相联系的 E. B. 罗茹柯娃(全苏矿物原料研究所)的介电渗透率方面的分离器和 B. H. 格拉查诺维奇所研究的圆柱管状——鼓式的电分离器——ТБЭС-6000 值得在矿物研究实践中广泛的应用。象 K. K. 尼基金(苏联科学院矿物地质研究所)著作所表明的,后种分离器能分离具有很广电性变化范围的矿物~由导体、半导体矿物至介电矿物。

測定矿物宏观物理常数

那些已经谈到的方法整个地涉及到矿物进行研究的准备。现在我们转到第二个任务,它在沉积岩矿物学中一般是新的。这里所指的是在沉积岩矿物特别是自生矿物物理性质方面的实际资料的积累。

关于矿物物理性质研究方面的个别工作已经开始。它们中有 Г. А. 哥尔拜托夫(全苏矿物原料研究所)的若干硫化物的热电动势的研究, E. A. 普道夫金(全苏矿物原料研究所)的一系列金属矿物显微硬度和反射能力的研究, K. K. 尼基金(苏联科学院矿物地质研究所)和 B. M. 维纳哥罗夫(喀山大学)的矿物磁性研究, E. B. 罗茹柯娃(全苏矿物原料研究所)的介电渗透率的研究, М. Я. 卡茨(苏联科学院地质研究所)的矿物比重的研究等等。

不管所述的著作,矿物一系列的物理性质研究的任务作为一个独立的问题尚未在矿物学家—沉积岩家

面前提出。但是它是很重要和及时的，因为所得的資料不仅对認識沉积成矿过程应具有很大理論意义，而且对成因有爭論的有用矿物矿床的解释应具有很重要的实际益处。

关于矿物物理常数方面的实际資料的积累是很有趣的，甚至如果这些資料的积累不是为专门成因方面来收集时。当用一定方式进行被收集的矿物研究时，而这些矿物的形成显然发生在不同地球化学或热力条件下时，例如处于各种后生变化时期的沉积岩的自生石英，方解石或其他多成因矿物，甚至由阿尔卑斯脈，热液脈和本来是变质和岩浆形成物的研究将具有很大的兴趣。看来，不同的矿物組的某些物理常数对觉察矿物中在不同热力条件下它們形成时所产生的差别是最灵敏的。例如，一般是半导体的金属矿物，这可以是各种电的性质，对另外一些矿物——磁渗透率，对第三类——比重等等。

换言之，必須在每个情况下确定，怎样的常数能最明显地反映出在同一矿物各种变种中存在的差别。

值得指出，在积累矿物物理常数方面資料时必須确定不仅是該矿物的他們的平均值，还有环绕这些平均值的数值統計分散性。該常数的統計特征比他們的平均值更灵敏，并能很好地反映出該矿物的标型特征。

結構分析

下一步是对該矿物查明在各种物理常数和它們分散的特点中引起不同的原因。这些原因可能是各种杂质的存在，在晶格中类质同象的替代和在矿物結構特点方面的不同，其中有它們的晶格缺陷和微裂隙譜等等。

关于自生矿物結構的研究工作必須很快地扩大。B. B. 茲佛金（全苏地質研究所）的关于用电子衍射照相法对具层状晶格矿物結構的研究，B. A. 德利茨（伊尔庫茨克大学），Ю. С. 季亚柯納夫（全苏地質研究所）和B. A. 福朗茨—卡曼涅茨基（列宁国立大学）的关于X射綫結構分析和由B. M. 維納哥罗夫（喀山大学）用电的順磁性的諧振法所进行的具骨架晶格的矿物的結構研究的一系列有趣著作應該注意和在矿物学家和結晶学家中找到大量研究工作者。

值得指出，具层状結構的矿物，其中有粘土矿物，是研究自生成矿过程最成功的对象之一。粘土矿物顆粒有很大的比面积和不同矿种晶格构造上的相同就决定了它們矿物轉变的相对可易性和在周围物理~化学

介质和热力条件变化情况下由一种矿物过渡为另一种。

在具由一个矿种逐渐过渡为另一矿种的样品系列中进行某些矿物結構变化特征的研究时結構分析（电子衍射图与X射綫衍射图）是一种非常重要的方法。可以收集到一系列自然样品，这里这一过渡显然是由或在成岩作用的物理——化学环境改变或在后生作用和早期变质作用的热力条件影响下原始均匀物质变化所决定。例如，在不断增长的温度和压力影响下高岭石逐渐过渡为地开石和海綠石过渡为在一些經受不同后生变化的砂岩中所观察到的綠泥石，黑云母系列的不稳定云母变种的 γ 与各种沉积作用和成岩作用环境的物理化学条件的关系等等。

除了X射綫衍射照相法和电子衍射照相法以外，矿物在它們的研究和相互过渡过程中，与显微衍射相連的电子显微鏡研究开始起作越来越大的作用。Г. С. 格里察也卡（苏联科学院矿物地質研究所）的著作明显地表明，反証法（Метод реплик）能揭露矿物由一切可能显微包裹体所决定的不均匀构造的本質，而它在一系列情况下决定了若干矿物的标型特征。

試驗工作

結構分析應該查明矿物結構变化过程的动力学，这是認識在各种条件下陆源物质改变过程的必要条件。这一过程应该同时通过模拟自然成岩作用和后生作用过程的試驗工作的装置来进行。模拟自生矿物形成或碎屑組份变化的自然过程的試驗装置在沉积形成物矿物学領域中的一般方法工作布置中是最終重要关键。在沉积矿物学中由A. B. 卡查科夫所奠定的試驗方向应重新引起岩石学家的注意和在最近時間将获得最广泛的发展。

作者們清楚知道，所述的方法工作的方向远远不包括所有摆在沉积岩和有用矿物物质成份研究面前的任务的整个范围，其中有这里完全没有涉及到的在地球化学和絕對年齡等等領域中的方法工作。

但是在本文中所涉及到的和在会议上經過討論的方法研究問題應該有助于将在边缘科学中被使用的近代精密方法进一步引入的方法工作陣綫的扩大。这将无疑地大大提高在沉积岩矿物学領域中的一般研究水平。

（譯自沉积岩和矿物研究的物理方法）

（卢书鐸譯）